

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-050913

(43)Date of publication of application : 20.02.1996

(51)Int.Cl.

H01M 8/12

(21)Application number : 06-206053

(71)Applicant : FUJIKURA LTD

(22)Date of filing : 08.08.1994

(72)Inventor : IWAZAWA TSUTOMU

ONO MIKIYUKI

NAGATA MASAKATSU

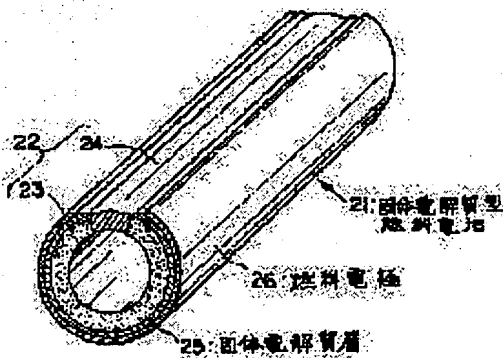
YAMAOKA SATORU

## (54) SOLID ELECTROLYTIC TYPE FUEL CELL AND ITS MANUFACTURE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To form an interconnector in a part of an air electrode concurrently acting as a support tube, and let the air electrode and the inter connector be simultaneously molded.

CONSTITUTION: The fuel cell 21 is in a structure where an inter connector 24 in a circular arc shape in cross section is formed in a definite width section in the longer direction of an air electrode in a cylindrical shape in such a way as to form a part of a cylindrical body so as to be formed into a support tube 22, and a solid electrolyte layer 25 and a fuel cell are formed around the outer circumference of the support tube 22. Besides, as for the support tube 22, a slurry of air electrode material and a slurry of interconnector material are simultaneously extruded into a filament so as to be formed into the cylindrical body which has a band made of the interconnector material squeezed in the longer direction of the cylindrical air electrode material, and it is then integrally sintered so as to be manufactured.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3481686

[Date of registration] 10.10.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-50913

(43) 公開日 平成8年(1996)2月20日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 M 8/12

識別記号

庁内整理番号

9444-4K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-206053

(22) 出願日 平成6年(1994)8月8日

(71) 出願人 000005186

株式会社フジクラ

東京都江東区木場1丁目5番1号

(72) 発明者 岩澤 力

東京都江東区木場一丁目5番1号 株式会社フジクラ内

(72) 発明者 小野 幹幸

東京都江東区木場一丁目5番1号 株式会社フジクラ内

(72) 発明者 永田 雅克

東京都江東区木場一丁目5番1号 株式会社フジクラ内

(74) 代理人 弁理士 渡辺 丈夫

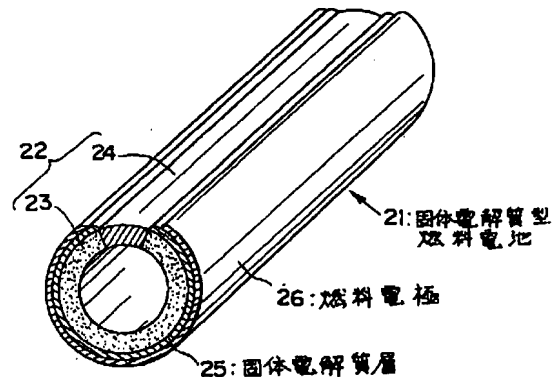
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体電解質型燃料電池とその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 支持管を兼ねる空気電極の一部にインターコネクタを形成する。空気電極とインターコネクタとを同時成形する。

【構成】 燃料電池21は、円筒形の空気電極23の長手方向に連続する一定幅部分に、断面円弧状のインターコネクタ24を、円筒体の一部を構成するように形成して支持管22とし、この支持管22の外周に固体電解質層25と、燃料電極26とを形成した構造となっている。また、前記支持管22は、空気電極材料のスラリーと、インターコネクタ材料のスラリーとを、同時に押し出し成形して、円筒形の空気電極材料の長手方向にインターコネクタ材料の帯を割り込ませた円筒体を形成し、これを一体に焼結して製造する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 円筒形に形成された空気電極を支持管とし、この支持管の外側に固体電解質層と燃料電極とが形成された固体電解質型燃料電池において、前記円筒形の支持管は、その長手方向に連続する一定幅部分に、前記空気電極の代わりに断面円弧状のインターコネクタが、円筒体の一部を構成するように帯状に形成されていることを特徴とする固体電解質型燃料電池。

【請求項2】 空気電極材料の粉粒体に樹脂粒等の気孔形成物質を混練するとともに流動性を持たせたスラリーと、インターコネクタ材料の粉粒体に流動性を持たせたスラリーとを、同時に押し出し成形して、円筒形の空気電極材料の長手方向にインターコネクタ材料の帯を割り込ませた形状の円筒体を形成し、この円筒体を一体に焼結して支持管とし、この支持管の外側に固体電解質層を形成し、更に外側に燃料電極を形成することを特徴とする固体電解質型燃料電池の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、円筒形に形成された空気電極を支持管として、その外周に固体電解質層と燃料電極を形成した固体電解質型燃料電池に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来の固体電解質型燃料電池1は、例えば、図3および図4に示すように、多孔質のカルシア安定化ジルコニア(CSZ)を円筒形に形成した支持管2の外周に、ペロブスカイト型ランタン系酸化物からなる空気電極3を形成し、この空気電極3の外周に、酸素イオン透過性のあるイットリア安定化ジルコニア(YSZ)などからなる固体電解質層4を形成し、さらに、固体電解質層4の外周に、ニッケルなどを主体とする燃料電極5を形成するとともに、前記固体電解質層4および燃料電極5を部分的に形成せずに露出させた空気電極3の部分に、この空気電極3と接触するようにインターコネクタ6を形成するのが一般的である。そして、この円筒形に形成された固体電解質型燃料電池1においては、前記空気電極3と燃料電極5とにそれぞれ臨ませて流される空気と燃料ガスとを固体電解質層4を介して電気化学的に反応させることにより起電力を得ている。

【0003】この従来の円筒形の固体電解質型燃料電池1においては、充分な強度を持たせるためにカルシア安定化ジルコニア(CSZ)製の支持管2を用いているが、この支持管2は強度部材であって起電力を得るためのものではないため、なるべく薄く形成して軽量化を図る必要があった。

【0004】図5および図6は、剛性を高めた円筒形の空気電極に支持管を兼ねさせた固体電解質型燃料電池11を示すもので、多孔質で円筒形の空気電極13を厚く形成することによって剛性を高め、この円筒形の空気電

2

極13の外周に固体電解質層14を形成し、更に固体電解質層14の外側に燃料電極15を形成するとともに、前記固体電解質層14および燃料電極15を部分的に形成せずに空気電極13の外周面を所定幅に露出させ、この露出させた部分に、インターコネクタ16が空気電極15と接触させて形成されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】したがって、この従来の固体電解質型燃料電池11は、カルシア安定化ジルコニア(CSZ)製の支持管が不要となった分だけ軽量化を図ることができる。しかし、その製造方法は、従来の専用の支持管を用いている燃料電池の場合と同様で、多孔質の空気電極13と、この空気電極13より高温でなければ焼結しないインターコネクタ16と、インターコネクタ16より低温で焼結する固体電解質層14と、薄膜状に形成する燃料電極15との各層は、それぞれの焼結温度、焼成時間等の焼成条件および熱膨張率等が異なるため、同時に焼成することができず、したがって一層ずつ形成し、かつ焼成して、下層側から順に形成する必要があった。そのため、各層の形成と焼成とのプロセスを繰り返す行うため、支持管となる多孔質の空気電極13の気孔率が低下し、また各層を焼成する際に空気電極13の支持管に熱衝撃が繰り返し加わり、特に、焼結性の悪いインターコネクタを高温で焼成する際の急激な温度上昇による熱衝撃が大きな負担となり、焼成時における支持管の破損や、支持管の強度低下を招く虞があった。

【0006】この発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、固体電解質型燃料電池の小型軽量化を図るとともに、製造工程数を削減し、かつ支持管の強度低下を防止することのできる固体電解質型燃料電池とその製造方法を提供することを目的としている。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためこの発明においては、円筒形に形成された空気電極を支持管とし、この支持管の外側に固体電解質層と燃料電極とが形成された固体電解質型燃料電池において、前記円筒形の支持管は、その長手方向に連続する一定幅部分に、前記空気電極の代わりに断面円弧状のインターコネクタが、円筒体の一部を構成するように帯状に形成されていることを特徴としている。

【0008】また、この発明の固体電解質型燃料電池の製造方法においては、空気電極材料の粉粒体に樹脂粒等の気孔形成物質を混練し、流動性を持たせたスラリーと、インターコネクタ材料の粉粒体に流動性を持たせたスラリーとを、同時に押し出し成形して、円筒形の空気電極材料の長手方向にインターコネクタ材料の帯を割り込ませた形状の円筒体を形成し、この円筒体を一体に焼結して支持管とし、この支持管の外側に固体電解質層を形成し、更に外側に燃料電極を形成することを特徴として

いる。

【0009】

【作用】上記のように構成することによってこの発明の固体電解質型燃料電池は、空気電極が支持管を兼ねるため、専用の支持管が不要となった分だけ軽量化が図れるとともに、インターコネクタが、円筒形の支持管の一部として空気電極と一体に形成されるため、従来に比べてインターコネクタを積層形成しない分だけ単セル径が細くなって小型化が可能となる。

【0010】また、この発明の製造方法によれば、押出し成形によって空気電極とインターコネクタとが1工程で形成できるとともに、この空気電極とインターコネクタとを同時に焼成でき、製造工程が削減される。また空気電極とインターコネクタとを同時に焼成するため、空気電極に大きな熱衝撃が加わるインターコネクタを焼成工程が無くなり、支持管を兼ねている空気電極の強度低下が防止される。

【0011】

【実施例】以下、この発明の実施例を図1および図2に基づいて説明する。

【0012】図1および図2はこの発明の固体電解質型燃料電池の一実施例を示すもので、この固体電解質型燃料電池21は、断面ほぼC字形の空気電極23と、このほぼC字形断面の両端間を円弧状に結ぶインターコネクタ24とによって円筒形に形成された支持管22と、この円筒形の支持管22の外周のうち、前記インターコネクタ24の表面を除く部分を覆うように形成された固体電解質層25と、更に固体電解質層25の外周を、前記インターコネクタ24と被接触状態に覆うように形成された膜状の燃料電極26とで構成されている。

【0013】前記支持管22は、多孔質の空気電極23と緻密な組織のインターコネクタ24とを一体に成形し、これを一体焼成したもので、その製造工程を説明すると、空気電極材料であるペロブスカイト型ランタン系酸化物の粉粒体に、気孔形成部材である樹脂粒とバインダとを混練して流動性を持たせたスリップと、ニッケル粉末にバインダを加えて混練し、流動性を持たせたスリップとの2種類のスリップを、押出し成形機によって同時に押出し成形して、円筒形の一部をスリット状に切欠いた断面C型の空気電極23と、この空気電極23の前記切り欠かれた部分を埋めるように、断面円弧状に設けられたインターコネクタ24とで、支持管22が円筒状に形成され、これを一体に焼成することによって製造している。

【0014】また、空気電極材料の粉粒体とインターコネクタ材料の粉粒体とは、焼成することによって多孔質の空気電極23に焼結させる空気電極材料は、その粒径を粗く形成し、また、焼成して緻密な組織のインターコネクタ24に焼結させるインターコネクタ材料の粒径を、前記空気電極材料の粒径の約10分の1とすること

によって、空気電極23とインターコネクタ24との同時焼成を可能としている。すなわち、空気電極23とインターコネクタ24とが、ほぼ同じ温度および同じ時間で焼成できるようにしている。

【0015】そして、同時焼成を可能とするために、インターコネクタ材料の粒径を、空気電極材料の粒径より細かく調製して、インターコネクタ材料の焼結温度を低くし、また焼成に要する時間を短縮することによって、空気電極材料と同時に焼成した際に、インターコネクタ24の組織が充分緻密になるまで焼成しても、多孔質の空気電極23の気孔率が低下しないようになっている。

【0016】そして、支持管22が焼成された後、インターコネクタ24の表面を除く支持管22の外周面に、酸素イオン透過性のあるイットリア安定化ジルコニア（YSZ）の粉末からなるスラリーを塗布して固体電解質層25を、空気電極23の表面を全て覆うように形成し、これを焼成した後、更に焼成された固体電解質層25の表面に、ニッケルなどを主体とする粉末からなるスラリーを薄膜状に塗布し、これを焼成して燃料電極26を形成して円筒形の固体電解質型燃料電池21が完成する。

【0017】次に、上記実施例の作用を説明する。

【0018】上記のようにして製造された固体電解質型燃料電池21は、空気電極23に接触するように中空部に空気を流通させるとともに、外周の燃料電極26に接触するように燃料ガスを流通させると、多孔質な空気電極23の表面に接触して流れる空気中の酸素ガスがイオンとなって、この空気電極23から固体電解質25を通過して燃料電極26側に達する。そして、この酸素イオンは、この燃料電極26に接触して流れる燃料ガス中の水素ガスと電気化学的に反応して、この固体電解質型燃料電池21に起電力を発生させる。

【0019】そして、この燃料電池21の作動温度（約1000℃）においては、空気電極23、インターコネクタ24、固体電解質層25および燃料電極26のそれぞれが熱膨張するが、熱膨張率の差が大きいインターコネクタ24と空気電極23とが、円筒形の支持管22の円周方向に一体的に形成されるとともに、固体電解質層25および燃料電極26が、インターコネクタ24と非接触状態に形成されているため、熱膨張差の逃げが確保され、燃料電池21の熱応力の増大による破損等の不具合の発生が防止される。

【0020】したがって、この実施例の固体電解質型燃料電池21によれば、専用の支持管が不要となる分だけ軽量化が図れるとともに、作動時の熱膨張差による破損を防止することができる。また、この製造方法によれば、従来、独立した工程として行われていたインターコネクタの成形工程とその焼成工程との2つの製造工程を削減できるとともに、製造時に支持管に加わる熱衝撃を緩和することができる。

5

【0021】なお、この実施例においては、支持管22の外周に、固体電解質層25および燃料電極26を形成する際に、固体電解質材料の粉末、あるいは燃料電極材料の粉末からなるスラリーを塗布し、これを焼成して形成する、いわゆるスラリー法を用いたが、スラリーを塗布して焼成する代わりに、空気電極23の表面、もしくは固体電解質層25の表面に、それぞれの材料をプラズマ溶射することによって、固体電解質層25および燃料電極26を形成するプラズマスプレー法、あるいは材料にレーザ光や電子ビームを当てガス化して製膜する気相法等によって形成することもできる。

【0022】

【発明の効果】以上の説明から明らかなようにこの発明によれば、固体電解質型燃料電池の小型軽量化が図れ、この燃料電池を多数集合させて直並列に接続した際の単位容積当たりの発電量を大幅に向上することができる。また、インターコネクタと空気電極間の熱膨張差が吸収される構造のため、熱膨張差による破損を防止することができる。また専用の支持管が不要となる分だけコストダウンが図れる。

【0023】さらに、この発明の製造方法によれば、製

6

造時における熱衝撃を緩和でき、製品強度の低下を防止できる。また、製造工程数を削減できるため、コストダウンが図れる等の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例の固体電解質型燃料電池の支持管を示す斜視図である。

【図2】この実施例の固体電解質型燃料電池を示す斜視図である。

【図3】従来の専用支持管を備えた固体電解質型燃料電池の斜視図である。

【図4】図3に示す従来の固体電解質型燃料電池の拡大断面図である。

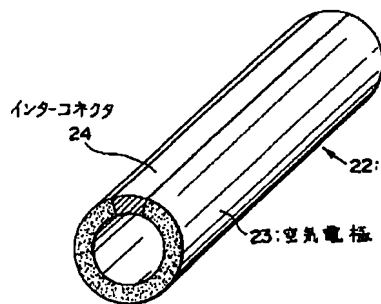
【図5】従来の専用支持管を持たない固体電解質型燃料電池の斜視図である。

【図6】図5に示す従来の固体電解質型燃料電池の拡大断面図である。

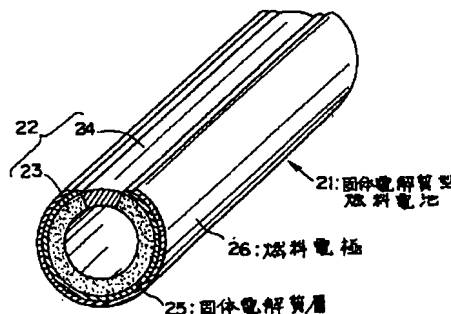
【符号の説明】

21…固体電解質型燃料電池、 22…支持管、 23…空気電極、 24…インターコネクタ、 25…固体電解質層、 26…燃料電極。

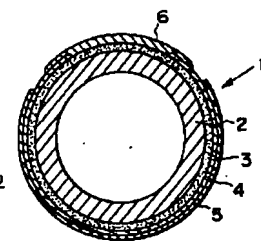
【図1】



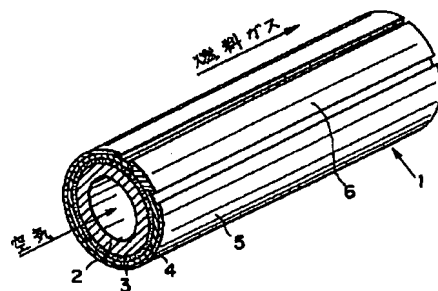
【図2】



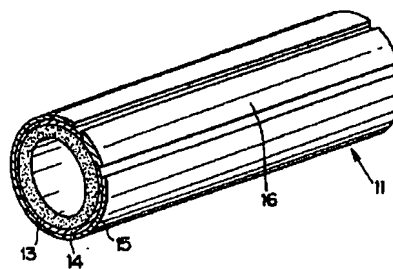
【図4】



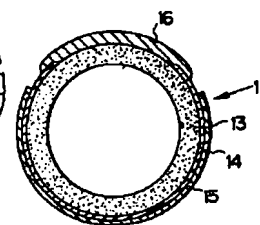
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 山岡 悟  
東京都江東区木場一丁目5番1号 株式会  
社フジクラ内

PTO 05-5652

Japanese Kokai Patent Application  
No. Hei 8[1996]-50913

**SOLID ELECTROLYTIC FUEL CELL AND MANUFACTURING METHOD THEREOF**

Chikara Iwasawa et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
WASHINGTON, D.C. AUGUST 2005  
TRANSLATED BY THE MCELROY TRANSLATION COMPANY



JAPANESE PATENT OFFICE  
PATENT JOURNAL (A)  
KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 8[1996]-50913

Int. Cl. <sup>6</sup> :	H 01 M 8/12
Sequence Nos. for Office Use:	9444-4K
Filing No.:	Hei 6[1994]-206053
Filing Date:	August 8, 1994
Publication Date:	February 20, 1996
No. of Claims:	2 (Total of 5 pages; FD)
Examination Request:	Not filed

SOLID ELECTROLYTIC FUEL CELL AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

[Kotai denkaigata nenryo denchi to sono seizo hoho]

Inventor:	Chikara Iwasawa et al.
Applicant:	Fujikura K.K.

[There are no amendments to this patent.]

Claims

1. A type of solid electrolytic fuel cell characterized by the following facts:  
the solid electrolytic fuel cell has an air electrode formed in cylindrical shape as the supporting tube, and it has a solid electrolyte layer and a fuel electrode formed on the outside of the supporting tube; in this solid electrolytic fuel cell,  
for said cylindrical supporting tube, in a prescribed width portion continuous in the longitudinal direction, instead of said air electrode, an interconnector having an arc-shaped cross-section is formed as a portion of the cylindrical body.
2. A method for manufacturing a solid electrolytic fuel cell characterized by the following facts: a slurry prepared by blending resin grains or other pore-forming substance in the powder of the air electrode material and processing to have fluidity and a slurry prepared by

processing the powder of the interconnector material to have fluidity are simultaneously extruded and molded to form a cylindrical body having the ribbon of the interconnector material inserted in the longitudinal direction of the cylindrical air electrode material; the cylindrical body is monolithically sintered to form a supporting tube; on the outside of the supporting tube, a solid electrolyte layer is formed; then, on the outside of the solid electrolyte layer, a fuel electrode is formed.

#### Detailed explanation of the invention

[0001]

##### Industrial application field

The present invention pertains to a type of solid electrolytic fuel cell prepared by having an air electrode formed in cylindrical shape as the supporting tube, and forming a solid electrolyte layer and a fuel electrode on its outer periphery.

[0002]

##### Prior art

As shown in Figures 3 and 4, solid electrolytic fuel cell (1) in the prior art has the following constitution: on the outer periphery of supporting tube (2) prepared from porous calcia-stabilized zirconium (CSZ) formed in cylindrical shape, air electrode (3) made of perovskite-type lanthanum base oxide is formed. On the outer periphery of said air electrode (3), solid electrolyte layer (4) made of oxygen ion-permeable yttria-stabilized zirconium (YSZ) or the like is formed. Then, on the outer periphery of solid electrolyte layer (4), fuel electrode (5) made mainly of nickel or the like is formed, and, at the same time, in the portion of air electrode (3) that is exposed as said solid electrolyte layer (4) and fuel electrode (5) are partially unformed, interconnector (6) is formed in contact with said air electrode (3). In solid electrolytic fuel cell (1) formed in cylindrical shape, an electrochemical reaction takes place in solid electrolyte layer (4) between the air and fuel gas flowing along said air electrode (3) and fuel electrode (5), respectively, and an electromotive force is generated.

[0003]

In said cylindrical solid electrolytic fuel cell (1) in the prior art, in order to have a sufficient strength, supporting tube (2) made of calcia-stabilized zirconia (CSZ) is used. However, because this supporting tube (2) is a structural member instead of a member for obtaining the electromotive force, it should be formed as thin as possible so as to reduce the weight.

[0004]

Figures 5 and 6 illustrate solid electrolytic fuel cell (11) that also acts as a supporting tube in cylindrical shape for increasing the rigidity. As porous cylindrical air electrode (13) is formed thick, the rigidity is increased. On the outer periphery of this cylindrical air electrode (13), solid electrolyte layer (14) is formed. On the outside of said solid electrolyte layer (14), fuel electrode (15) is formed, and, at the same time, a portion of the outer peripheral surface of air electrode (13) is exposed with said solid electrolyte layer (14) and fuel electrode (15) partially unformed here. In this exposed portion, interconnector (16) is formed in contact with air electrode (15).

[0005]

Problems to be solved by the invention

Consequently, for said solid electrolytic fuel cell (11) of the prior art, because the calcia-stabilized zirconia (CSZ) supporting tube is not needed, the weight can be reduced correspondingly. However, in this manufacturing method, just as in the case of the fuel cell using a dedicated supporting tube in the prior art, for porous air electrode (13), interconnector (16) that cannot be sintered if the temperature is not higher than that for said air electrode (13), solid electrolyte layer (14) that is sintered at a temperature lower than that for interconnector (16), and fuel electrode (15) formed in thin film shape, because they have different sintering conditions, such as sintering temperature, sintering time, etc., and different thermal expansion coefficients, they cannot be sintered simultaneously. As a result, they have to be formed and sintered sequentially one layer at a time from the lowermost layer. Consequently, in order to form and sinter the various layers, the operation should be performed repeatedly. As a result, the porosity of porous air electrode (13) as the supporting tube becomes lower, and, when the various layers are sintered, thermal impact is applied repeatedly on the supporting tube of air electrode (13). When the interconnector, which has a poor sintering property, is sintered at a high temperature, drastic rise in temperature leads to a high thermal impact. As a result, in the sintering operation, the supporting tube may be broken or the strength of the supporting tube may decrease.

[0006]

The purpose of the present invention is to solve the aforementioned problems of the prior art by providing a type of solid electrolytic fuel cell and its manufacturing method characterized by the fact that the solid electrolytic fuel cell can be made smaller and lighter, the number of the manufacturing steps can be reduced, and decrease in strength of the supporting tube can be prevented.

[0007]

Means to solve the problem

In order to solve the aforementioned problem, the present invention provides a type of solid electrolytic fuel cell characterized by the following facts: the solid electrolytic fuel cell has an air electrode formed in cylindrical shape as the supporting tube, and it has a solid electrolyte layer and a fuel electrode formed on the outside of the supporting tube; in this solid electrolytic fuel cell, for said cylindrical supporting tube, in a prescribed width portion continuous in the longitudinal direction, instead of said air electrode, an interconnector having an arc-shaped cross-section is formed as a portion of the cylindrical body.

[0008]

Also, the present invention provides a method for manufacturing a solid electrolytic fuel cell characterized by the following facts: a slurry prepared by blending resin grains or other pore-forming substance in the powder of the air electrode material and processing to have fluidity and a slurry prepared by processing the powder of the interconnector material to have fluidity are simultaneously extruded and molded to form a cylindrical body having the ribbon of the interconnector material inserted in the longitudinal direction of the cylindrical air electrode material; the cylindrical body is monolithically sintered to form a supporting tube; on the outside of the supporting tube, a solid electrolyte layer is formed; then, on the outside of the solid electrolyte layer, a fuel electrode is formed.

[0009]

Operation

For the solid electrolytic fuel cell of the present invention with the aforementioned constitution, because the air electrode also acts as the supporting tube, there is no need to use a dedicated supporting tube, so that the weight can be reduced accordingly. Also, the interconnector is formed as a portion of the cylindrical supporting tube and integrated with the air electrode. Consequently, compared with the prior art, because the interconnector is not formed by laminating, the diameter of each cell can be reduced and the size can be decreased correspondingly.

[0010]

Also, according to the manufacturing method of the present invention, by means of extrusion molding, it is possible to form the air electrode and the interconnector in a single step of operation, and it is possible to sinter the air electrode and interconnector simultaneously. As a result, the number of steps in the manufacturing operation can be reduced. Also, because the air

electrode and interconnector are sintered simultaneously, there is no sintering of the interconnector with a high thermal load applied on the air electrode, and decrease in the strength of the air electrode that also acts as the supporting tube can be prevented.

[0011]

#### Application examples

In the following, the present invention will be explained in more detail with reference to an application example illustrated in Figures 1 and 2.

[0012]

Figures 1 and 2 illustrate an application example of the solid electrolytic fuel cell of the present invention. This solid electrolytic fuel cell (21) is composed of the following parts: supporting tube (22) formed in cylindrical shape from air electrode (23) having a nearly C-shaped cross-section and interconnector (24) in arc shape and connecting the two ends of said nearly C-shaped cross-section, solid electrolyte layer (25) that is formed to cover the portion excluding the surface of said interconnector (24) on the outer periphery of said cylindrical supporting tube (22), and film-shaped fuel electrode (26) that is formed to cover the outer periphery of said solid electrolyte layer (25) in contact with said interconnector (24).

[0013]

Said supporting tube (22) formed as porous air electrode (23) and interconnector (24) having a fine structure are integrated with each other, and they are monolithically sintered. In the manufacturing process, two types of slips, that is, the slip prepared by blending resin grains as the pore-forming material and a binder in the powder of perovskite-type lanthanum base oxide and processed to have fluidity, and a slip prepared by blending a binder in nickel powder and processing to have fluidity, are simultaneously extrusion-molded by means of an extrusion-molding machine. As a result, air electrode (23) having a C-shaped cross-section and having a portion of the cylindrical shape cut into a slit and interconnector (24) with an arc-shaped cross-section to bury the aforementioned notched portion of air electrode (23) constitute cylindrical supporting tube (22), and the tube is monolithically sintered.

[0014]

Also, for the air electrode material prepared by sintering porous air electrode (23), the powder of the air electrode material and the powder of the interconnector material, the grain size of the sintered interconnector material in sintered interconnector (24) with a fine structure is about 1/10 that of grain size of said air electrode material. As a result, it is possible to sinter air

electrode (23) and interconnector (24) simultaneously. That is, it is possible to sinter air electrode (23) and interconnector (24) at nearly the same temperature and for the same time.

[0015]

Because they can be sintered simultaneously, the grain size of the interconnector material can be adjusted to be smaller than that of the air electrode material, the sintering temperature of the interconnector material can be lowered, and the sintering time can be shortened. As a result, when it is sintered simultaneously with the air electrode material, the structure of interconnector (24) can be sintered finely enough, while there is no degradation in the porosity of porous air electrode (23).

[0016]

After sintering of supporting tube (22), on the outer peripheral surface of supporting tube (22), except that portion of the surface of interconnector (24), a slurry made of the powder of yttria-stabilized zirconia (YSZ) with oxygen gas permeability is coated on the entire surface of air electrode (23), followed by sintering. Then, on the surface of said sintered solid electrolyte layer (25), a slurry made of the slurry composed mainly of nickel or the like is coated with a thin film, followed by sintering to form fuel electrode (26). As a result, cylindrical solid electrolytic fuel cell (21) is completed.

[0017]

In the following, an explanation will be given regarding the operation of the aforementioned application example.

[0018]

For solid electrolytic fuel cell (21) manufactured in the aforementioned process, air is made to flow in the hollow portion in contact with air electrode (23), and, at the same time, the fuel gas is made to flow in contact with fuel electrode (26) on the outer periphery. As a result, the oxygen gas in the air flowing in contact with the surface of porous air electrode (23) becomes ions, and the ions pass from said air electrode (23) through solid electrolyte layer (25) to reach the side of fuel electrode (26). Then, an electrochemical reaction takes place between the oxygen ions and hydrogen gas in the fuel gas flowing in contact with fuel electrode (26), and an electromotive force is generated in said solid electrolytic fuel cell (21).

[0019]

At the operation temperature (about 1000°C) of said fuel cell (21), air electrode (23), interconnector (24), solid electrolyte layer (25) and fuel electrode (26) each produce thermal expansion. Interconnector (24) and air electrode (23), which have large differences in the thermal expansion coefficient from each other, are monolithically formed in the circumferential direction of cylindrical supporting tube (22), and, at the same time, solid electrolyte layer (25) and fuel electrode (26) are formed not in contact with interconnector (24). Consequently, a leeway for the difference in the thermal expansion coefficient can be guaranteed, and it is possible to prevent damages and other problems caused by increase in the thermal stress of fuel cell (21).

[0020]

Consequently, for solid electrolytic fuel cell (21) in this application example, as there is no need to use a dedicated supporting tube, the weight can be reduced accordingly. Also, it is possible to prevent damages due to differences in the thermal expansion coefficient in the operation. Also, in this manufacturing method, it is possible to reduce the steps of operation, that is, the step of formation of the interconnector and the step of sintering, which were two independent steps in the prior art. At the same time, it is possible to relax the thermal impact to the supporting tube in manufacturing.

[0021]

In the aforementioned application example, on the outer periphery of supporting tube (22), when solid electrolyte layer (25A) and fuel electrode (26) are formed, slurry made of a powder of the solid electrolyte material and slurry of the powder of the fuel electrode material are coated. That is, the so-called slurry method is adopted. However, one may also adopt the following plasma spraying method, in which instead of coating and sintering the slurry, the surface of air electrode (23) and the surface of solid electrolyte layer (25) are subjected to plasma flame spraying of the corresponding materials, respectively, or the vapor phase method, in which the material is irradiated with a laser beam or an electron beam to vaporize it to form a film.

[0022]

#### Effects of the invention

As explained in the above, according to the present invention it is possible to reduce the size and weight of the solid electrolytic fuel cell. When plural said fuel cells are set side-by-side and in series, the power generated from unit volume can be increased significantly. Also, the structure can absorb the difference in the thermal expansion coefficient between the interconnector and the air electrode, so that it is possible to prevent damages due to difference in

the thermal expansion coefficient. Also, because there is no need to have a dedicated supporting tube, the cost can be cut.

[0023]

According to the manufacturing method of the present invention, it is possible to relax the thermal impact in the manufacturing process, and it is possible to prevent decrease in the strength of the product. Also, it is possible to reduce the number of the steps of the manufacturing operation, and to cut the cost.

#### Brief description of the figures

Figure 1 is an oblique view illustrating the supporting tube of the solid electrolytic fuel cell in an application example of the present invention.

Figure 2 is an oblique view illustrating the solid electrolytic fuel cell in this application example.

Figure 3 is an oblique view illustrating the solid electrolytic fuel cell having a dedicated supporting tube in the prior art.

Figure 4 is an enlarged cross-sectional view of the solid electrolytic fuel cell in the prior art shown in Figure 3.

Figure 5 is an oblique view illustrating the solid electrolytic fuel cell without the dedicated supporting tube in the prior art.

Figure 6 is an enlarged cross-sectional view of the solid electrolytic fuel cell in the prior art shown in Figure 5.

#### Brief explanation of part numbers

- 21 Solid electrolytic fuel cell
- 22 Supporting tube
- 23 Air electrode
- 24 Interconnector
- 25 Solid electrolyte layer
- 26 Fuel electrode



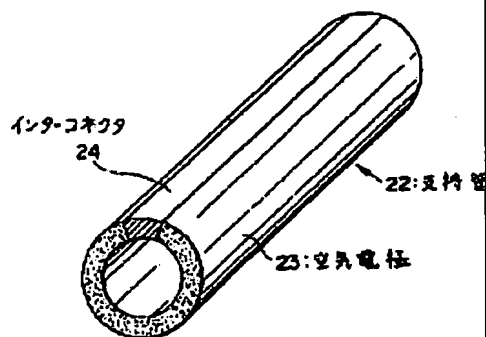


Figure 1

Key: 22 Supporting tube  
 23 Air electrode  
 24 Interconnector

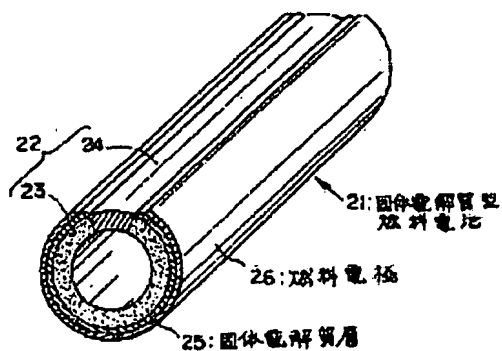


Figure 2

Key: 21 Solid electrolytic fuel cell  
 25 Solid electrolyte layer  
 26 Fuel electrode

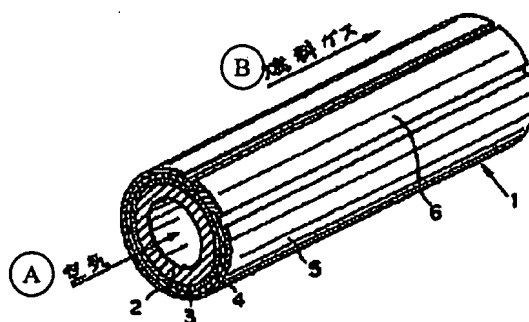


Figure 3

Key: A Air  
 B Fuel gas

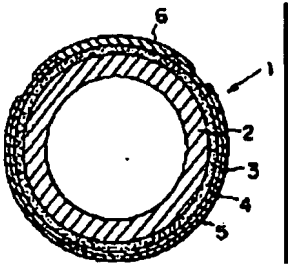


Figure 4

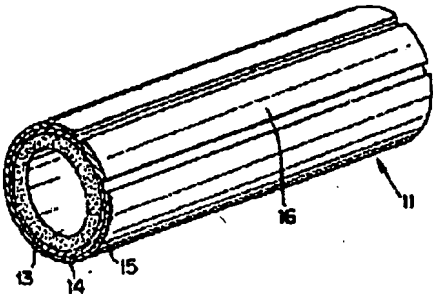


Figure 5

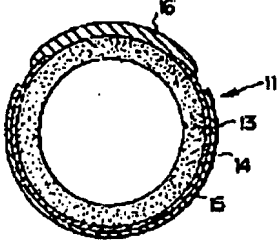


Figure 6